

Memo

5.1.2.e

Aan

[redacted] (intern Deltares)

Datum

1 februari 2023

Ons kenmerk

11209150-003-GEO-0001

Aantal pagina's

1 van 5

Contactpersoon

[redacted]

Doorkiesnummer

+ [redacted]

E-mail

[redacted]@deltares.nl

Onderwerp

Voorstel samendrukkingsproeven

Als gevolg van de voorziene bemalingen en de daarmee gepaard gaande grondwaterstands dalingen, zullen zettingen in de omgeving van de bamaling op treden. Om de zettingen beter te kunnen bepalen zijn samendrukkingsparameters benodigd welke op basis van samendrukkingsproeven bepaald kunnen worden.

Hiervoor zijn 2 methoden beschikbaar:

1. Samendrukkingsproeven
2. CRS-proeven (constant rate of strain)

Omdat het met name gaat om grondwaterstand verlaging, de grensspanning belangrijk worden en daarmee een goede bepaling van de grensspanning. Vanwege de continue curve van de CRS proef, zal de CRS proef een meer betrouwbare schatting van de grensspanning opleveren.

De voorkeur gaat derhalve uit naar CRS-proeven.

1 Samendrukkingsproeven

Bij het uitvoeren van samendrukkingsproeven voor het bepalen van zettingsparameters en de grensspanning worden spanningstappen conform Tabel 5.1 gehanteerd. Afwijken hiervan is toegestaan als hier goede redenen voor zijn. In deze tabel zijn de factoren weergegeven, waarmee de effectieve terreinspanning σ'_{vi} moet worden vermenigvuldigd. Alle stappen duren minimaal 24 uur.

σ'_{vi} [kPa]	Belastingstap								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<50	0,25	0,5	1	2	4	2	4	8	16
>50	0,25	0,5	1	2	4	2	4	10	

Bij alle belastingstappen vanaf stap 2 (dus niet bij ontlasten/herbelasten) wordt de cv-waarde bepaald, indien mogelijk. Daarbij is het noodzakelijk dat er in de zetting-log(t) Casagrande-plot een duidelijke rechte kruiptak te constateren is. Indien de kruiptak niet zichtbaar is, moet de betreffende stap tot 48 uur worden doorgezet. Indien de kruiptak na 48 uur nog niet zichtbaar is, mag de volgende stap worden gestart. Er moet dus tijdens de proef een figuur van de zetting tegen log(t) worden bijgehouden. De zetting na 24 uur moet altijd worden gerapporteerd. Tijdens weekenden zijn stappen van 72 uur toegestaan.

N.B.: alleen betrouwbare Cv-waarden (met goede fitlijnen aan de zettingscurve) mogen worden gerapporteerd. Dit houdt onder meer in dat bij de Taylor (\sqrt{t} -methode) interpretatie alleen gefit mag worden aan een recht deel van de curve en bij de Casagrande methode er sprake moet zijn van een duidelijke S-vorm van de consolidatiecurve. De kruipparameter moet gefit worden aan een duidelijke rechte aan het eind van de log(t)-consolidatiecurve. De resultaten van de samendrukkingsproeven worden uitgewerkt volgens de methoden abc-Isotache (CUR Aanbeveling 101) en Bjerrum (CUR Aanbeveling 101, NEN 5118). Extra uitwerking volgens de Koppejan-methode is toegestaan, maar niet vereist. De Koppejan-methode is niet geschikt voor ontlast- en herbelaststappen.

2 CRS-proeven

De CRS-proef verdient de voorkeur boven de standaard samendrukkingsproef vanwege de meer nauwkeurige grensspanning bepaling en omdat deze proef kan worden gecombineerd met meting van de horizontale spanning (K0 CRS-proef). Daarnaast biedt een CRS opstelling betere mogelijkheid tot volledige verzadiging van het monster.

Voor de CRS-proef wordt het volgende belastingschema voorgesteld:

1. Start bij een lage verticale spanning van circa 2 kPa. Verzadig het monster bij deze stap maar vermijdt zwel (door tijdige spanningsverhoging).
2. Belast tot $4 \sigma'_{vi}$
3. Ontlast tot $2 \sigma'_{vi}$
4. Herbelast naar $6 \sigma'_{vi}$

Voor de bepaling van kruipparameters is een relaxatiefase nodig; dit houdt in dat de hoogte van het monster constant gehouden wordt en de verticale spanningsverandering wordt geregistreerd. Normaliter is 16 uur relaxatie voldoende.

Belast tot $10 \sigma'_{vi}$ à $16 \sigma'_{vi}$ (kies bij monsters met lage initiële spanning de hoge waarde).

Wanneer de proeven worden uitgevoerd ten behoeve van het ontwerp van een grote ophoging kunnen de genoemde factoren indien nodig worden verhoogd. Dit is hier niet aan de orde.

De opgelegde vervormingssnelheid hangt af van de grondeigenschappen; bij Nederlandse klei en veen is de range 0,1 tot 0,5 %/uur gebruikelijk. De snelheid moet worden verlaagd als de relatieve wateroverspanning R_u ($R_u = \text{wateroverspanning/verticale druk}$) 15% overschrijdt, omdat hogere waterspanning onwenselijk is gedurende een proef. De snelheid wordt alleen aangepast na afronding van een fase, zie ook ASTM D 4186 – 06 (zie Tabel 1.1).

De grensspanning, die volgt uit een CRS-proef, is enigszins afhankelijk van de vervormingssnelheid (hogere snelheid levert hogere grensspanning), en zal meestal licht afwijken van de waarde, die volgt uit de standaard samendrukkingsproef. Anderzijds is de grensspanning die volgt uit een CRS-proef niet afhankelijk van de keuze van de belastingstappen, zoals bij de samendrukkingsproef het geval is (zie Den Haan e.a. 2003).

3 Uit te voeren proeven:

3.1 Algemeen

In de basis zijn de klassieke oedometerproeven (samendrukking) en CRS-proeven beiden bruikbare proeven. Maar, bij een grondwaterstand verlaging zal met name de grensspanning belangrijk worden en daarmee een goede bepaling van de grensspanning. Vanwege de

continue curve van de CRS proef, zal de CRS proef een meer betrouwbare schatting van de grensspanning opleveren.

De voorkeur gaat derhalve uit naar CRS-proeven.

Het aantal proeven blijft altijd lastig, om de spreiding goed te kennen is 5 proeven per grondlaag niet erg veel. Er bestaat echter een goede correlatie tussen de samendrukkingsparameters en het volume gewicht. Het is derhalve een optie om niet zozeer per grondlaag parameters te bepalen maar stijfheidsparameters als functie van het volume gewicht. Dan is nog steeds 5 per grondlaag een redelijk laag aantal, maar daarbij is er dan dan een verklaring voor een flink deel van de spreiding in de data.

3.2 Geselecteerde monsters

Op basis van de beschikbare boringen en beschikbare monsters is de volgende selectie gemaakt van monsters waarop crs-proeven dienen plaats te vinden conform de aangegeven procedure in hoofdstuk 2.

3.2.1 Beschikbare boringen

Uit de verkregen gegevens blijkt dat de volgende boringen met ongeroerde monsters beschikbaar zijn voor aanvullende proeven:

83268_MB001_MB-C01_BOV
83268_MB004_MB-D04_BOV
83268_MB007_MB-C07_BOV
83268_MB014_MB-A14_BOV
83268_MB125_MB-E25_BOV

Bij de overige boringen zijn geen ongeroerde monsters genomen.

Uit het uitgevoerde onderzoek blijkt, dat een aantal van deze boringen uitgevoerd is naast de toeritten van de tunnel in het gebied dat in het verleden in een openbouwput ontgraven is geweest en naderhand is aangevuld. De betreffende boringen zijn in principe niet geschikt voor het uitvoeren van samendrukkingsproeven.

Dit betreft de boringen: 83268_MB001_MB-C01_BOV en 83268_MB007_MB-C07_BOV.

3.2.2 Geselecteerde monsters t.b.v. samendrukkingsproeven

Uit de overige boringen zijn de volgende monsters geselecteerd om samendrukningsproeven op uit te voeren:

- 83268_MB004_MB-D04_BOV,
Veen laag: m4, m5, m6
Keileem laag: m19, m23, m28
- 83268_MB014_MB-A14_BOV
Antropogeen, klei: m2, m3, m5, m7
Veen laag: m9, m10, m11
Keileem laag: m24, m30, m36
- 83268_MB125_MB-E25_BOV
Veen laag: m3, m4
Keileem laag: m10, m12, m14










Totaal zijn 21 monsters geselecteerd ten behoeve van het uitvoeren van samendrukkingsproeven
Antropogene kleilaag: 4 monsters
Veenlaag: 8 monsters
Keileemlaag: 9 monsters

Bijlage(n)

Overzicht beschikbaar onderzoek

1. Situatietekening grondonderzoek 2023
2. Lijst beschikbare boringen

Lijst van alle beschikbare (mechanische) boringen (2023):

-  83268_MB001_(MB_C01)_BOV
-  83268_MB002_(MB_C02)_BOV
-  83268_MB003_(MB_D03)_BOV
-  83268_MB004_(MB_D04)_BOV
-  83268_MB007_(MB_C07)_BOV
-  83268_MB011_(MB_A11)_BOV
-  83268_MB014_(MB_A14)_BOV
-  83268_MB015_(MB_B15)_BOV
-  83268_MB1004_(MB_D04)_BOV
-  83268_MB125_(MB_E25)_BOV